

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-269110

(43)Date of publication of application : 29.09.2000

(51)Int.CI. H01L 21/027  
 B05B 1/14  
 B05C 5/00  
 G03F 7/30

(21)Application number : 11-067555 (71)Applicant : NEC CORP

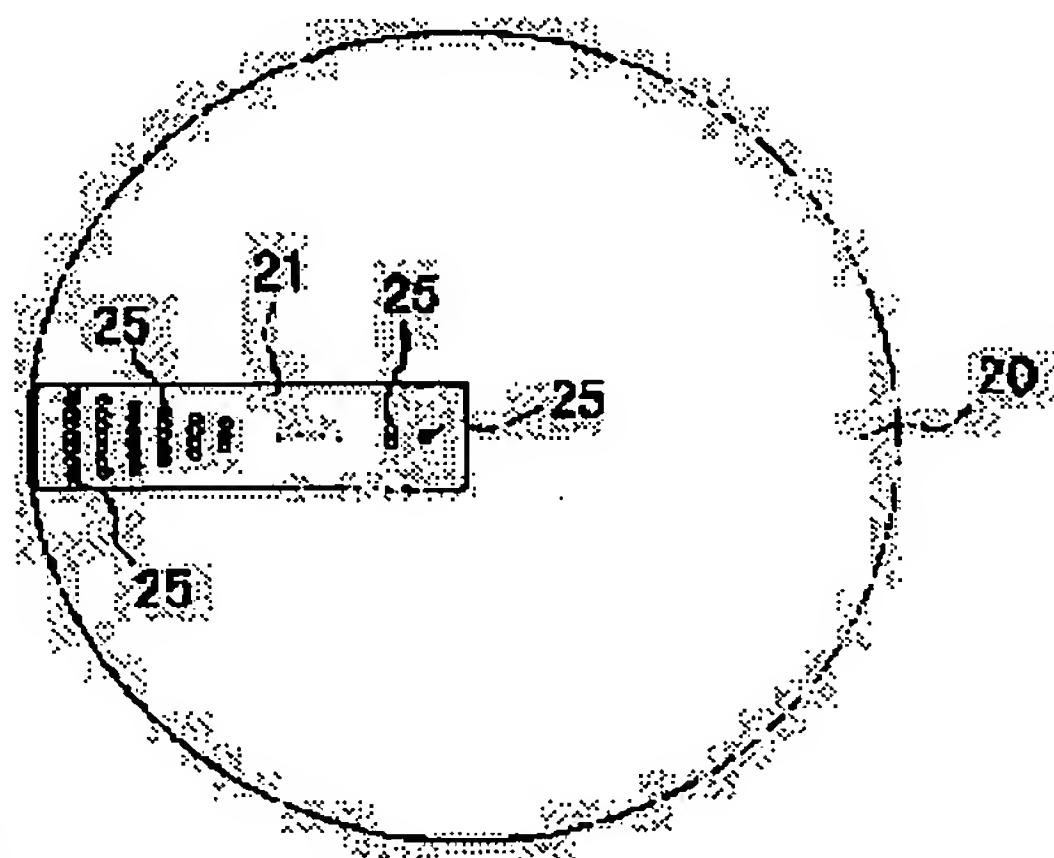
(22)Date of filing : 12.03.1999 (72)Inventor : YAMANA SHINJI

## (54) DEVELOPMENT APPARATUS FOR RESIST

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To obtain a development apparatus, capable of positively and uniformly supplying more developer in turn to the perimeter of a substrate and controlling dispersion in the finished dimension, in patterning a resist finer than the order of quarter-micron, even when conducting patterning a resist finer than the order of quarter-micron.

**SOLUTION:** A development apparatus develops a resist, by supplying a developer to a resist formed on a film laminated on a substrate 20 during substrate spinning and comprises a nozzle body 21 provided so as to stretch in the radial direction of the substrate. A plurality of exhaust ports 25 are formed at the side of the substrate in the nozzles body 21, and the number of the exhaust ports 25 is adapted to successively increase from the center of the substrate toward the perimeter of the substrate.



### LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 01.03.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 16.07.2002

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-269110

(P2000-269110A)

(43)公開日 平成12年9月29日 (2000.9.29)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコト <sup>®</sup> (参考)
H 01 L 21/027		H 01 L 21/30	5 6 9 C 2 H 0 9 6
B 05 B 1/14		B 05 B 1/14	Z 4 F 0 3 3
B 05 C 5/00	1 0 1	B 05 C 5/00	1 0 1 4 F 0 4 1
G 03 F 7/30	5 0 2	G 03 F 7/30	5 0 2 5 F 0 4 6

審査請求 有 請求項の数 7 O L (全 8 頁)

(21)出願番号 特願平11-67555

(22)出願日 平成11年3月12日 (1999.3.12)

(71)出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72)発明者 山名 慎治

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株  
式会社内

(74)代理人 100108578

弁理士 高橋 詔男 (外3名)

Fターム(参考) 2H096 AA25 GA33 GA60

4F033 AA14 BA03 CA04 DA05 EA01

LA01 NA01

4F041 AA06 AB02 BA13 BA15 BA57

CA02 CA11

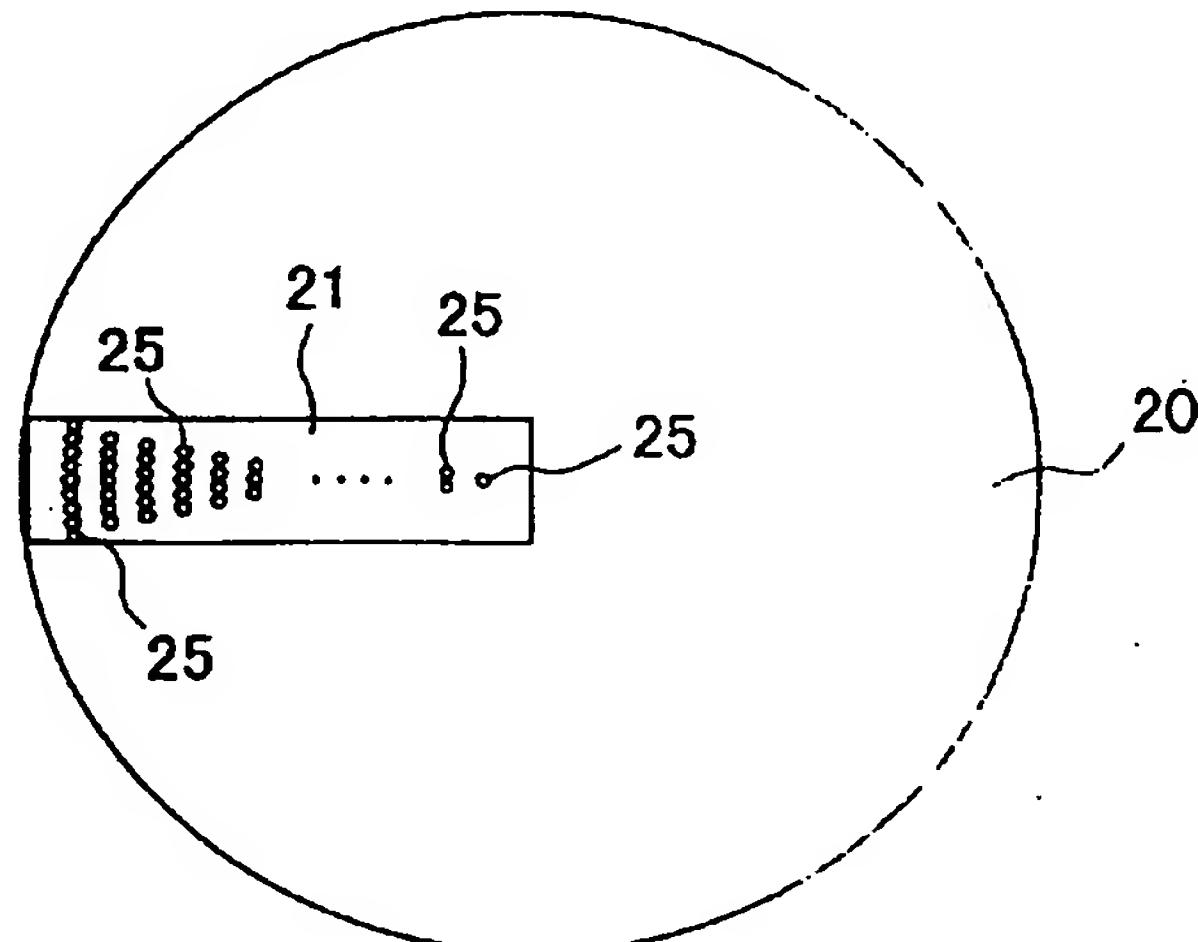
5F046 LA04

(54)【発明の名称】 レジストの現像装置

(57)【要約】

【課題】 本発明は、クオーターミクロノーダーを更に超える微細なレジストのパターニングを行なう場合であっても、基板外周部側に順次より多くの現像液を確実に、かつ、均一に供給することができ、クオーターミクロノーダーよりも微細なレジストをパターニングした場合の仕上り寸法のばらつきを抑制できる現像装置の提供を目的とする。

【解決手段】 本発明は、基板20上に積層された膜の上に形成されたレジストに基板回転時に現像液を供給して現像する装置であり、基板半径方向に伸びるように配置されるノズル本体21が具備され、このノズル本体21の基板側に複数の吐出口25が形成されるとともに、前記吐出口25の数が前記基板中心側から基板外周側に向けて順次増加されてなることを特徴とする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板上に積層された膜の上に形成されたレジストに基板回転時に現像液を供給して現像する装置であり、

基板半径方向に伸びるように配置されるノズル本体が具備され、このノズル本体の基板側に基板半径方向と円周方向に複数の吐出口が形成されるとともに、前記吐出口の基板円周方向に並べる数が前記基板中心側から基板外周側に向けて順次増加されてなることを特徴とするレジストの現像装置。

【請求項2】 前記吐出口の大きさが全て同一であり、前記吐出口が基板半径方向に所定のピッチで配置され、前記基板中心から一定の任意の円周位置に存在する複数の吐出口が基板円周方向に沿って隣接配置されてなることを特徴とする請求項1記載のレジストの現像装置。

【請求項3】 前記基板中心から半径方向任意の位置の吐出口までの距離を $r$ 、基板中心に最も近い吐出口までの距離を $r_0$ 、吐出口数を $n_0$ とすると、前記距離 $r$ における吐出口数 $n$ が $n = n_0 \cdot r / r_0$ の関係とされたことを特徴とする請求項1または2に記載のレジストの現像装置。

【請求項4】 基板上に積層された膜の上に形成されたレジストに基板回転時に現像液を供給して現像する装置であり、

前記基板半径方向に伸びるように配置されるノズル本体が具備され、このノズル本体の基板側に基板中心側で狭く、基板外周部側に向けて徐々に広くなる扇形の吐出口が形成されてなることを特徴とするレジストの現像装置。

【請求項5】 前記ノズル本体が少なくとも前記基板直径に相当する長さを有し、前記基板中心から基板外周部側に2方向に伸びる形状とされてなることを特徴とする請求項1ないし4のいずれかに記載のレジストの現像装置。

【請求項6】 前記ノズル本体が基板中心から基板外周方向に向いて少なくとも3方に伸びる放射形状とされてなることを特徴とする請求項1ないし4のいずれかに記載のレジストの現像装置。

【請求項7】 前記ノズル本体の幅が基板中心部側から基板外周部側に向かうにつれて徐々に大きくされてなることを特徴とする請求項1～6のいずれかに記載のレジストの現像装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、サブミクロンオーダーのレジストパターン仕上り寸法のばらつきを抑制することができるレジストの現像装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 半導体の製造分野においては、シリコン単結晶の基板上面にSiO<sub>2</sub>などからなるゲート酸化膜

とポリSiなどからなるゲート膜を積層し、それらの上にレジストを被覆し、所定のパターンを具備したレチカルを介してレジストに光露光を行った後にレジストを現像して光露光部分あるいは未露光部分をパターニングし、このパターニングされたレジストを用いてそれらの下に位置する各種の膜をエッティングすることで半導体素子を形成することがなされている。また、これらの膜に加えてAlやCuの薄膜を形成し、これらの上にレジストを被覆してからパターニングを施して配線回路を形成することがなされている。

【0003】 図11にこの種のレジスト用の現像液を基板に供給して現像するための装置の一構成例を示す。この例の現像装置は、モータなどの回転駆動装置によって周回りに回転自在に支持された円板状の基板1の上方に位置するノズル2を具備して構成されたもので、このノズル2は直方体中空ブロック状に形成されて基板2の表面上に所定の間隔をあけた状態で基板半径方向に沿って設置され、現像液供給装置からこのノズル2に送られた現像液を前記ノズル2の底面に複数形成された吐出口3…から回転中の基板1に供給することができるものである。

【0004】 従来のこの種のノズル2にあっては、基板1の上面全部に均一に現像液を供給することを目的として、ノズル2の底面側に基板1の半径方向に沿って一定のピッチで複数の吐出口3…が形成されたものが主体であった。ところが、この種のノズル2を備えた現像装置を用いてクオーターミクロンオーダーよりも更に微細なレジストパターンを形成すると、図12に示すように基板1の半径方向でレジストパターンの仕上り寸法にばらつきを生じるということが判明した。

【0005】 図12は、クリプトンフルオロライド光源(波長248nm: KrF光源)用化学增幅系レジストを基板(Siウェハ)上に塗布し、開口率NA=0.60、可干渉度(コヒーレンシイ) $\sigma=0.75$ の光学条件でKrF露光機により露光し、図11に示す現像装置を用いて幅0.15μmの孤立したレジストラインを形成したところ、基板中心付近でレジストラインの寸法が細くなり、基板外周部側で基板中心部側よりもレジストラインの寸法が太くなるという試験結果を示している。

なお、図12に示す試験結果は、ノズル2における吐出口3の径を7mm、吐出口3のピッチを7mmに設定し、基板1を500rpmで回転させるとともに、回転中の基板1に現像液を2秒間滴下し、その後、60秒放置した後に得られた結果を示すものである。

【0006】 図12に示す結果から、レジストラインの寸法差は、基板1の中心側と外周部側で約0.02μm(約20nm)も生じたことになる。このような差異が生じる原因として本発明者は、ノズル2から基板1に対して半径方向に均等に現像液を供給したとしても、回転している基板1の外周部側は基板1の内周部側よりも面

積が大きいので、外周部側の全面に現像液が行き渡って現像開始するまでのタイムラグを生じ、結果的に基板1の内周部側の全面に先に現像液が行き渡って内周部側で現像が早くスタートするので、現像開始が遅くなる外周部と比べて現像結果に差異を生じるものと推定している。また、本発明者は、レジストの現像を行なう場合に、レジストに現像液が到達して現像開始する場合の初期段階での反応が現像結果に大きな影響を与えるものと推定している。従って本発明者は、基板1の外周部側に内周部側との時間差の無い状態でいかに均一に現像液を供給するかということを課題として考えている。

【0007】ところで、半導体製造分野以外においても、基板上に精密なレジストパターンを形成するという技術が求められている分野があり、その一例として、特公平6-95401号公報に開示されている光ディスクのスピン現像方法と装置が知られている。この特許の技術によれば、図13に示すように、モータ5によって回転駆動されるガラス板6の上にホストレジスト7が塗布され、現像液を基板側に噴出するためのノズル8が設けられ、このノズル8の底面に孔10が複数形成されて現像装置が構成されている。

【0008】前記特許技術は、現像液のレジストへの供給量を前記ガラス板(ディスク板)6の回転中心からの距離に比例するようにしたものである。そして、そのような技術を具体化する構成として前記特許では、孔10の位置の回転中心からの距離を $\gamma$ とすると孔10の面積 $S(\gamma)$ は $\gamma$ に比例するようにし、孔10からの流下量が $\gamma$ に比例するようにしている。更に、前記特許では、最外孔径2mmで6mmピッチで16個の孔を中心側程小径とした構成が開示されている。

#### 【0009】

【発明が解決しようとする課題】前述の特許では、光ディスクのレジストに対する現像液の供給に関する問題に鑑み、等ピッチで外周側程大きい孔を形成した例であるが、前述のような半導体基板のレジストにクオーターミクロノーダーよりも小さい微細レジストラインを形成する場合を想定してみると、簡単には適応できない問題を有していた。まず、現像液を供給する孔10をガラス板6の外周側程大きく形成すると、大きい孔10の中心部側では大量の現像液を供給できるものの、大きい孔10の周辺部分では現像液が広がるための時間差を生じるので満足な量の現像液を短時間で供給できない問題がある。特にクオーターミクロノーダーを超える微細加工を行なう半導体基板にあっては、現像液がレジストの現像を開始する現像開始初期段階での反応が重要であり、でき得る限り均一に現像液を供給したいのであるが、外周部側で単に孔10の大きさを大きく形成した現像用ノズル8では、クオーターミクロノーダーよりも微細なレジストラインを形成しようとする半導体基板の現像用には不十分な問題がある。

【0010】次に、半導体基板の現像において、基板の全面に均一に現像液を供給することを目的として、基板全面に被さる程度の大きな円盤型のノズルを用い、このノズルの底面全域に密に多数の吐出口を形成したノズルが特開平10-246967号公報に開示されている。この公報に記載されたノズルは、現像液を大量に供給して基板に現像液を供給すれば基板のほぼ全面に現像液を一度に満足に供給することができるが、高価な現像液を大量に無駄に消費する欠点がある。また、現像液の量を適宜調整して少量で現像しようとすると、現像液供給手段からノズルに現像液を供給した部分に近い吐出口からは圧力の関係で勢い良く適量の現像液を供給できても、現像液の供給部分から遠い部分に位置する吐出口から供給できる現像液量が圧力の関係で少なくなるので、サブミクロンオーダーの微細なレジストラインを形成しようとすると現像液を基板に満足には供給できないものであった。

【0011】本発明は前記の事情に鑑みてなされたもので、クオーターミクロノーダーを更に超える微細なレジストのパターニングを行なう場合であっても、基板外周部側に順次より多くの現像液を確実に、かつ、均一に供給することができ、クオーターミクロノーダーよりも微細なレジストをパターニングした場合の仕上り寸法のばらつきを抑制できる現像装置の提供を目的とする。

#### 【0012】

【課題を解決するための手段】前記課題を解決するためには本発明は、基板上に積層された膜の上に形成されたレジストに基板回転時に現像液を供給して現像する装置であり、基板半径方向に伸びるように配置されるノズル本体が具備され、このノズル本体の基板側に基板半径方向と円周方向に複数の吐出口が形成されるとともに、前記吐出口の基板円周方向に並べる数が前記基板中心側から基板外周側に向けて順次増加されてなることを特徴とする。この構成により回転時の基板に現像液を噴出する場合に基板の外周部側に向かうにつれてより多くの現像液を噴出させて現像ができる。

【0013】本発明は、前記吐出口の大きさが全て同一であり、前記吐出口が基板半径方向に所定のピッチで配置され、前記基板中心から一定の任意の円周位置に存在する複数の吐出口が基板円周方向に沿って隣接配置されてなることを特徴とする。本発明は、前記基板中心から半径方向任意の位置の吐出口までの距離を $r$ 、基板中心に最も近い吐出口まで距離を $r_0$ 、吐出口数を $n_0$ とすると、前記距離 $r$ における吐出口数 $n$ が $n = n_0 \cdot r / r_0$ の関係とされたことを特徴とする。この式に合致する吐出口数であるならば、基板の内周部側あるいは外周部側を問わず、基板の任意の位置に対して均等に現像液の噴出が可能となる。

【0014】更に本発明は、基板上に積層された膜の上に形成されたレジストに基板回転時に現像液を供給して

現像する装置であり、基板半径方向に伸びるように配置されるノズル本体が具備され、このノズル本体の基板側に基板中心側で狭く、基板外周部側に向けて徐々に広くなる扇形の吐出口が形成されてなる。本発明において、前記ノズル本体が少なくとも前記基板直径に相当する長さであって、前記基板中心から基板外周部側に2方向に伸びる形状とされてなることが好ましい。本発明において、前記ノズル本体が基板中心から基板外周方向に向いて少なくとも3方に伸びる放射形状とされてなることが好ましい。本発明において、前記ノズル本体の幅が基板中心部側から基板外周部側に向かうにつれて徐々に大きくなることが好ましい。

#### 【0015】

【発明の実施の形態】以下に本発明の第1実施形態について図面を参照して説明するが、本発明は以下の各実施形態に限定されるものではない。図1と図2は、本発明に係る現像装置の第1実施形態を示すもので、この実施形態の現像装置は円板状の基板20に対して基板20上に所定間隔離間して配置された中空のブロック状のノズル本体21を備えて構成される。前記基板20は図2に示すモータなどの回転駆動装置23の基台24に、水平に周囲に回転自在に支持されるもので、半導体素子を形成するために用いられるSi基板などからなり、その上面にはSiO<sub>2</sub>などからなるゲート酸化膜とポリSiなどからなるゲート膜などの半導体素子製造用、あるいは、AlやCuの配線用に必要な膜が積層され、更にそれらの積層膜の上にレジストが塗布されたものである。このレジストは現像工程の前に行なわれる露光工程において必要な回路を備えたレチカルを介して露光されており、この露光後のレジストを現像しようとするものが本実施形態の現像装置である。

【0016】前記ノズル本体21は、基板20の半径に相当する長さを有した細長い中空のブロック構造とされ、基板半径方向に伸びるように配置されるとともに、このノズル本体21の基板側の底面21aには同一径の複数の吐出口25が形成され、前記吐出口25の数が前記基板20の中心側から基板外周側に向けて順次増加されている。また、前記吐出口25…が基板半径方向に所定のピッチで配置され、前記基板中心から一定の任意の円周位置に存在する複数の吐出口25が基板円周方向に沿って隣接配置されている。なお、図1ではノズル本体21の底面部分の輪郭のみを示し、その底面に配置された吐出口25…と基板20との相対位置関係のみを示している。

【0017】本実施形態における吐出口25…の形成位置は、以下に説明する式に合致する条件で決定される。まず、現像液吐出口25の口径をa、吐出口数をnとし、基板20の中心に最も近い位置にある吐出口の口径をa<sub>0</sub>、吐出口数をn<sub>0</sub>とすると、基板20の任意の半径rの位置での吐出口数nをn=r/r<sub>0</sub>と定義するこ

とができる。これは、基板20の半径r、r<sub>0</sub>での円周方向での単位長さ当たりの現像液滴下量の比は、nπa<sup>2</sup>(2πr)<sup>-1</sup>:n<sub>0</sub>a<sub>0</sub><sup>2</sup>(2πr<sub>0</sub>)<sup>-1</sup>であるので、現像液を基板20上で均一にするためには、

$$n\pi a^2(2\pi r)^{-1} = n_0 a_0^2 (2\pi r_0)^{-1}$$

の関係を満足させなくてはならない。ここで上の式において吐出口の口径は一定値aであるので、上の式は、nπa<sup>2</sup>(2πr)<sup>-1</sup>=n<sub>0</sub>πa<sub>0</sub><sup>2</sup>(2πr<sub>0</sub>)<sup>-1</sup>となり、更にこの関係を整理すると、n=n<sub>0</sub>·r/r<sub>0</sub>の関係が成立する。例えば、基板20の中心から10mmの位置に存在する吐出口の数に対して基板20の中心から30mmの位置の位置に存在する吐出口の数は3倍とし、基板20の中心から50mmの位置の位置に存在する吐出口の数は5倍とする必要がある。

【0018】また、前記ノズル本体21の上部には、図2に示す現像液供給源26に接続するための供給管27が接続されていて、現像液供給源26からノズル本体21に必要量の現像液を供給して現像液をノズル本体21の吐出口25…から噴出できるように構成されている。

【0019】図1と図2に示す構成の現像装置であるならば、基板上のレジストに露光装置で露光を行なった後、基台24に基板20を水平にセットし、この基板20の上に所定間隔離間させてノズル本体21を基板20の径方向に沿って配置し、基板20を500rpm程度の回転速度で回転させるとともに、現像液供給源26からノズル本体21に供給された現像液をノズル本体21の吐出口25…から基板20の上面に噴出することができる。そして、この現像液噴出の際に、吐出口25…の形成位置を先の式に合致するように形成して基板20の内周部側よりも外周部側において順次多くなるよう現像液を噴出できるようにしているので、基板20のすべての位置で面積当たり均等に現像液を供給できる結果、現像むらを生じることなくレジストの現像ができる。従ってクオーターミクロノーダーよりも更に小さいレジストラインを現像しようとする場合であってもレジストラインの太さに大きなばらつきを生じない。

【0020】そして特に、吐出口25…の大きさは全て同一であり、基板21の外周部側に向かうにつれて数を増やすことによって現像液供給量を増加させているので、外周部側に向かうにつれて吐出口10の口径を大きくした図13に示す従来構造のノズル8よりも均等に現像液を供給することができる。これは、従来の径の大きな吐出口10であると、吐出口10の中心部では現像液の供給量が多いものの吐出口10の周辺部側では現像液供給量が少なくなる、換言すると突出口10の周辺部分側では現像液がゆきわたる際に時間差が生じやすいので吐出口10の半径方向で現像液供給量が変動するが、本実施形態の如く吐出口25の数を増加させた構造では同一半径位置において複数の吐出口10が均一に現像液を

噴出するので、より均一な現像液噴出ができるに起因する。

【0021】また、基板の全面に対向する大きさの円盤状のシャワーノズル型のノズル本体では、基板全面に均一に現像液を供給するために大量の現像液を基板に噴出する必要があるが、その点において本実施形態のノズル本体21では基板20の半径に相当する長さの中空ブロック状のノズル本体21に現像液を満たして噴出することで現像ができるので、シャワーノズル型のノズル本体に比べて現像液の無駄を省くことができる。

【0022】図3は本発明に係る現像装置の第2実施形態を示すもので、この第2実施形態の構成ではノズル本体30が基板20の直径に相当する長さの中空ブロック状に形成され、このノズル本体30においては基板20の中心に近い部分から基板20の外周部側に向かうにつれて順次吐出口31の数が多くなるように形成されてなる。従ってこの第3実施形態の構造では、ノズル本体30の長さ方向中心部から両端部側に向けて順次吐出口31の数が多くなるように、換言すると、本実施形態のノズル本体30は第1実施形態のノズル本体21を2つ接続した構造とされている。なお、吐出口31の数の設定は、先の第1実施形態の構造の場合に用いた式に基づいて先の実施形態の場合と同様に決定される。この実施形態の構造においても先の第2実施形態の構造と同等の効果を得ることができる。

【0023】図4は本発明に係る現像装置の第3実施形態を示すもので、この第3実施形態の現像装置ではノズル本体40が基板20の半径に相当する長さに形成され、ノズル本体40が平面涙滴型に形成されるとともに、このノズル本体40においては基板20の中心に近い端部40a側から基板20の外周部に近い端部40b側に向かうにつれて順次吐出口41の数が多くなるように形成されてなる。また、ノズル本体40の平面形状が涙滴型とされて基板20の外周部側に向かうにつれて徐々にノズル本体40の内容積が大きくなるように形成されている。これらの吐出口41…の数の設定は、先の第1実施形態の構造の場合に用いた式に基づいて先の第1実施形態の場合と同様に決定される。

【0024】この第3実施形態の構造においても先の第2実施形態の構造と同等の効果を得ることができる。更にこの第3実施形態のノズル本体40においては、吐出口41の数が多い端部40b側においてノズル本体40の内容積を大きくしているので、吐出口41の数が多い側での吐出口41…からの現像液噴出圧力と吐出口41が少ない端部40a側の現像液噴出圧力を容易に均一にすることができる。

【0025】図5は本発明に係る現像装置の第4実施形態を示すもので、この第4実施形態ではノズル本体50が基板20の直径に相当する長さに形成され、このノズル本体50においては基板20の中心に近い部分から基

板20の外周部側に向かうにつれて順次吐出口51の数が多くなるように形成されてなる。従ってこの第4実施形態の構造では、ノズル本体50の長さ方向中心部から両端部側に向けて順次吐出口51の数が多くなるように形成されている。なお、吐出口51の数の設定は、先の第1実施形態の構造の場合に用いた式に基づいて先の実施形態の場合と同様に決定される。この実施形態の構造においても先の第3実施形態の構造と同等の効果を得ることができる。

【0026】図6は本発明に係る現像装置の第5実施形態を示すもので、この第5実施形態ではノズル本体60が基板20の半径に相当する長さの細長い中空ブロック状に形成されており、その底面に扇形の1つの吐出口61が形成された例である。この実施形態においては、基板20の中心部側に吐出口61の開口面積が小さい側の端部61aが配置され、基板20の外周部側に吐出口61の開口面積が大きい側の端部61bが配置されている。このように扇形の開口部を有する吐出口61であっても先の第1実施形態の現像装置と同様に、基板1の内周部側から外周部側にかけて外周部側にゆくほど多くの現像液を供給できるので基板1の内周部側と外周部側とで現像むらのない状態の現像処理ができるという第1実施形態の場合と同等の効果を得ることができる。

【0027】図7は本発明に係る現像装置の第6実施形態を示すもので、この第6実施形態ではノズル本体70が基板20の半径に相当する長さの平面涙滴型の中空ブロック状に形成されており、その底面に扇形の1つの吐出口71が形成された例である。この実施形態においては、基板20の中心部側に吐出口71の開口面積が小さい側の端部71aが配置され、基板20の外周部側に吐出口71の開口面積が大きい側の端部71bが配置されている。このように扇形の開口部を有する吐出口71であっても先の第1実施形態の現像装置と同等の効果を得ることができる。更にこの第6実施形態のノズル本体70においては、吐出口71の開口面積が多い端部71b側においてノズル本体70の内容積を大きくしているので、吐出口71の開口面積が大きい端部71b側からの現像液噴出圧力と吐出口71の開口面積が小さい端部71a側からの現像液噴出圧力を同一にすることが容易にできる。

【0028】図8は本発明に係る現像装置の第7実施形態を示すもので、この第7実施形態では図6に示すノズル本体60と同等形状のノズルを基板20の直径方向に2つ接合してなる外形を有している。更に図9は本発明に係る現像装置の第8実施形態を示すもので、この第8実施形態では図7に示すノズル本体70と同等形状のノズルを基板20の直径方向に2つ接合してなる外形を有している。これらの第7実施形態と第8実施形態のノズル本体80、90においても先の第5、第6実施形態のノズル本体60、70と同等の効果を得ることができ

る。

【0029】図10は本発明に係る現像装置の第9実施形態を示すもので、この実施形態の現像装置は基板20の周方向に120°間隔で放射状に配置したノズル100を備えてなる。ノズル100は先の第1実施形態のノズル本体21を3本接合した形状のものであり、各ノズル本体21においては吐出口25が先の第1実施形態の構造で採用した式と同じ関係で吐出口25…が形成されている。この実施形態の構造においても先の第1実施形態の構造と同等の効果を得ることができる。なお、この実施形態ではノズル本体21を3本放射状に接合した形状とされているが、ノズル本体21を4本以上接合した形状としても良いのは勿論であり、また、ノズル本体21を接合する場合にL字型やX字型等の他の形状に接合しても良いのは勿論である。

#### 【0030】

【実施例】クリプトンフルオロライド光源（波長248nm：KrF光源）化学增幅系レジストを基板（シリコンエハ）上に塗布し、続いて開口率NA=0.60、可干渉度 $\sigma=0.75$ の光学条件でKrF露光機により露光し、図1に示す現像装置を用いて幅0.15μmの孤立したレジストラインを形成したところ、基板中心付近でのレジストラインの寸法と、基板外周部側でのレジストラインの寸法差の最大値が0.011μm(11nm)となった。

【0031】なお、図1に示す試験結果は、ノズルにおける吐出口の径を2mm、吐出口3のピッチを8mmに設定し、基板最外周部における突出口数を35個とし、基板を500rpmで回転させるとともに、回転中の基板に現像液を秒間滴下し、その後、60秒放置した後に得られた結果を示すものである。以上の結果から、クオーターミクロンレベルよりも更に微細な加工を行なう場合、例えば、0.15μmレベルのレジスト現像時のレジストラインの内周部側と外周部側の寸法差を先の従来例における最大寸法差(0.02μm)よりも遥かに小さな寸法差に收めることができた。従ってこの結果から、0.14～0.18μmの範囲のレベルのレジストラインを11nmレベルの誤差の少ない精度で現像できることが判明した。

#### 【0032】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、基板半径方向に配置されるノズル本体の基板側の面に形成される複数の吐出口の数が基板中心側から基板外周側に向けて順次増加されてなるので、基板中心側から外周側に向かうにつれて順次多くの量の現像液を基板に噴出させて現像することができる。従って基板回転現像の際に基板内周部側と基板外周部側に面積当たり均一の現像液を供給して現像することができ、現像むらの無いレジストパターンを形成できる効果がある。具体的には太さのばらつきの少ないレジストパターンを形成することができます。

きる。次に、前記吐出口の大きさが全て同一であり、前記吐出口が基板半径方向に所定のピッチで配置され、前記基板中心から一定の任意の円周位置に存在する複数の吐出口が基板円周方向に沿って隣接配置されてなる構成ならば、基板中心側から外周側に向かうにつれて順次多くの量の現像液を基板に確実に噴出させて現像液を基板上に広げつつ現像することができる。

【0033】更に本発明において、基板中心から半径方向任意の位置の吐出口までの距離をr、基板中心に最も近い吐出口まで距離をr0、吐出口数をn0とすると、前記距離rにおける吐出口数nが $n=n_0 \cdot r / r_0$ の関係とすることで、基板中心側から外周側に向かうにつれて順次多くの正確な量の現像液を基板に確実に噴出させて現像することができる。これにより、サブミクロンオーダーのレジストパターンを形成する場合であっても、現像むらのない、レジストパターンの太さのばらつきの少ない現像を行なうことができる。

【0034】更に本発明において、ノズル本体の基板側の面に基板中心側で狭く、基板外周部側に向けて徐々に広くなる扇形の吐出口を形成する構造を採用しても、目的を達成することができる。また、前記ノズル本体が少なくとも前記基板直径に相当する長さを有し、前記基板中心から基板外周部側に2方向に伸びる形状とすると、あるいは、前記ノズル本体が基板中心から基板外周方向に向いて少なくとも3方に伸びる放射形状とすることによっても目的を達成することができる。

【0035】本発明において、前記ノズル本体の幅が基板中心部側から基板外周部側に向かうにつれて徐々に大きくなれる場合、吐出口の全面における現像液の噴出圧力の均一化を図ることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明に係る現像装置の第1実施形態の要部を示す構成図。

【図2】 同現像装置の第1実施形態を示す全体構成図。

【図3】 本発明に係る現像装置の第2実施形態の要部を示す構成図。

【図4】 本発明に係る現像装置の第3実施形態の要部を示す構成図。

【図5】 本発明に係る現像装置の第4実施形態の要部を示す構成図。

【図6】 本発明に係る現像装置の第5実施形態の要部を示す構成図。

【図7】 本発明に係る現像装置の第6実施形態の要部を示す構成図。

【図8】 本発明に係る現像装置の第7実施形態の要部を示す構成図。

【図9】 本発明に係る現像装置の第8実施形態の要部を示す構成図。

【図10】 本発明に係る現像装置の第9実施形態の要

部を示す構成図。

【図11】 従来の現像装置の第1の例を示す構成図。

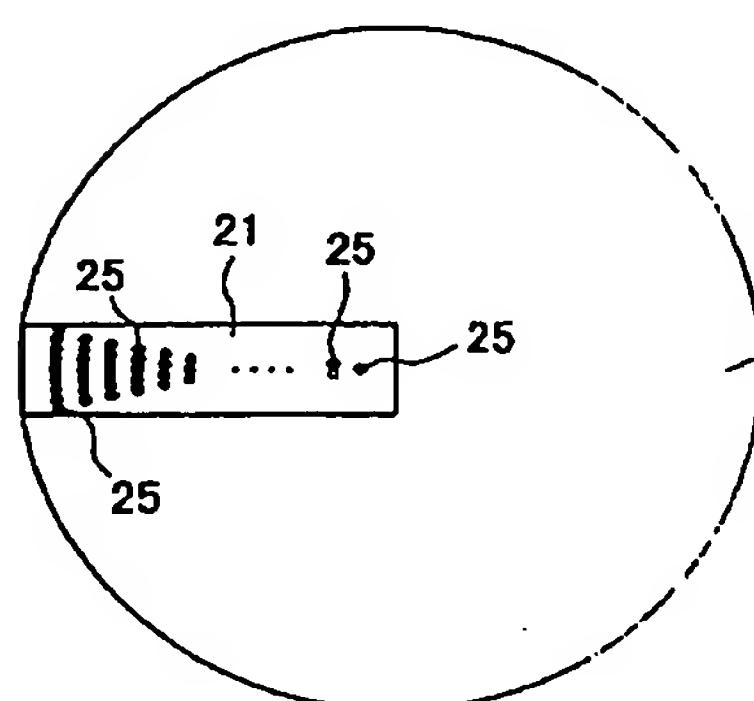
【図12】 図11に示す現像装置でレジストをバーニングした場合の試験結果を示す図。

【図13】 従来の現像装置の第2の例を示す構成図。

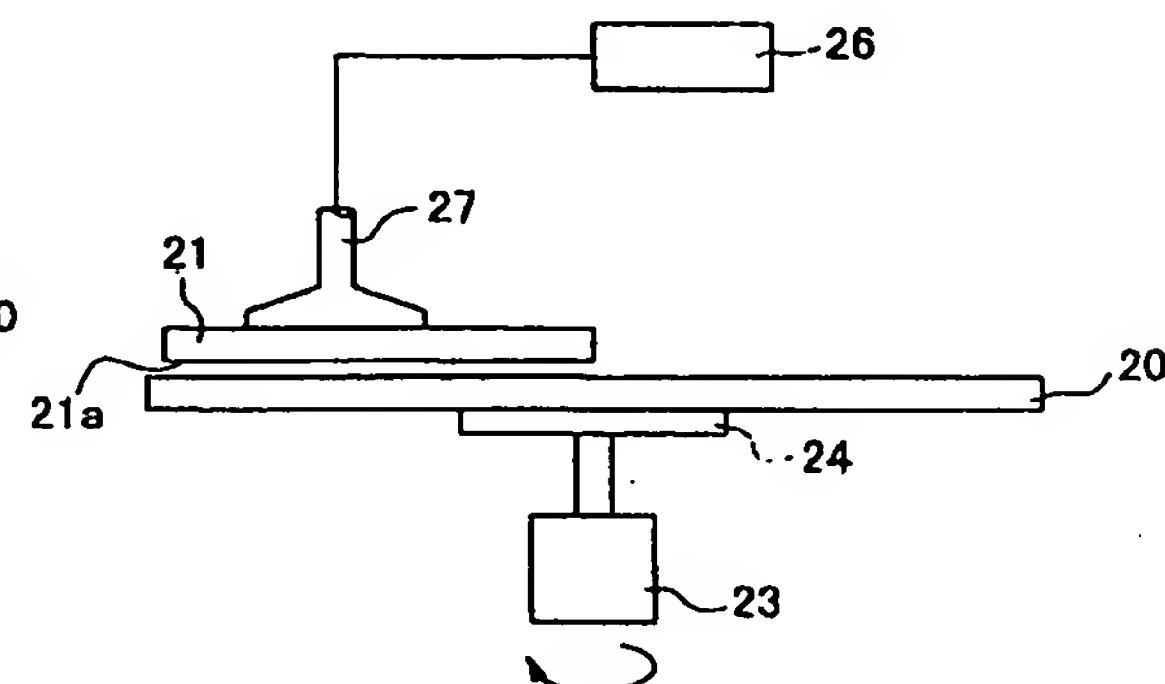
#### 【符号の説明】

20…基板、21、30、40、50、60、70、  
80、90、100…ノズル本体、25、31、4  
1、51、61、71、81、91…吐出口。

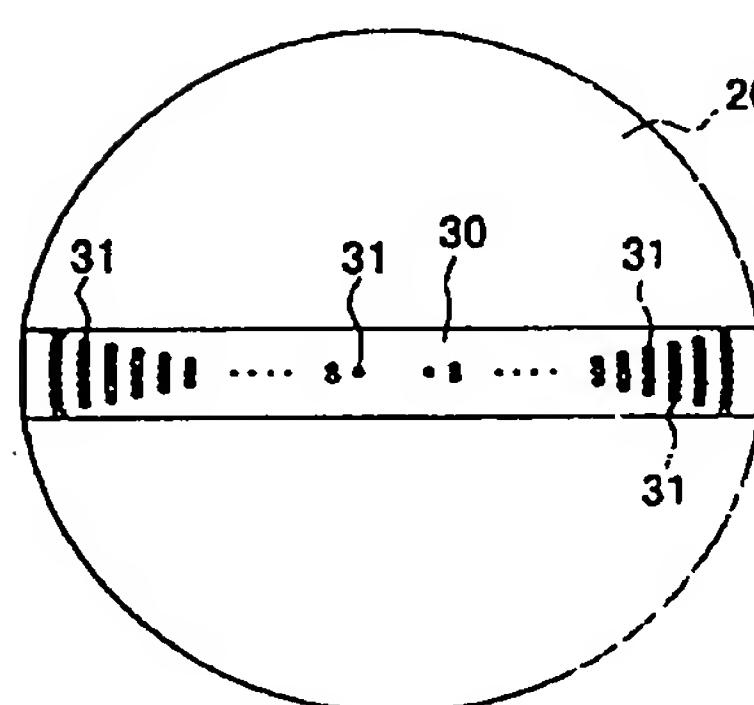
【図1】



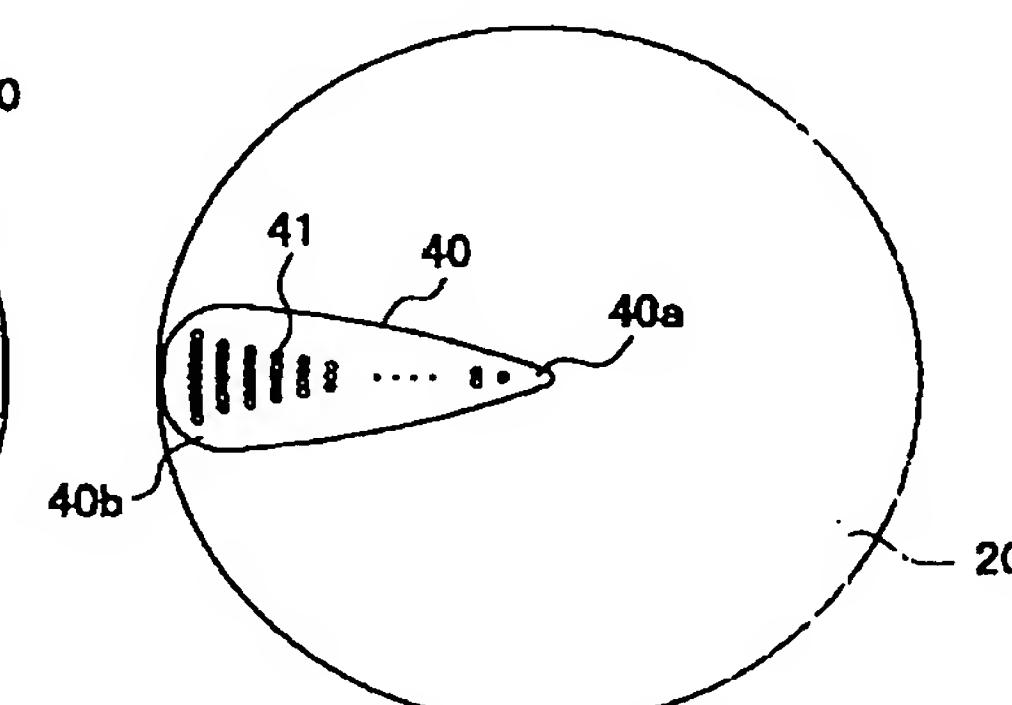
【図2】



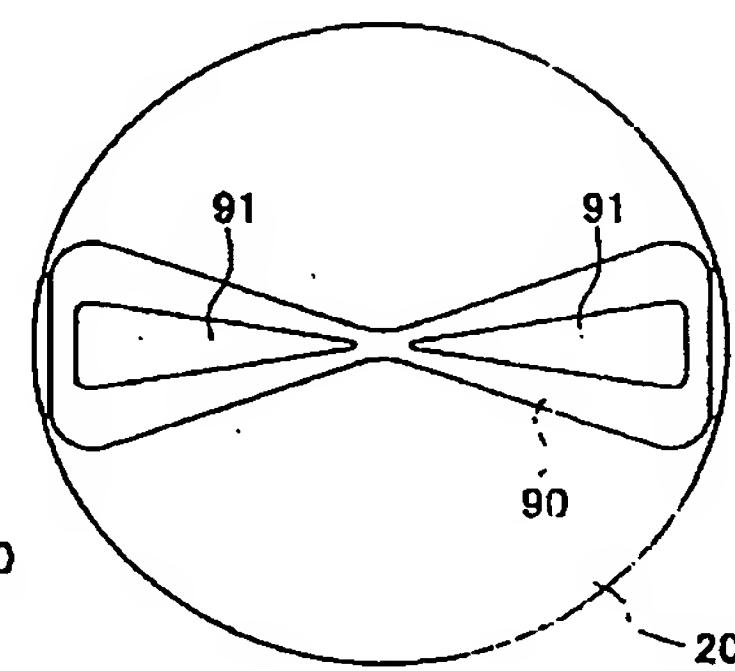
【図3】



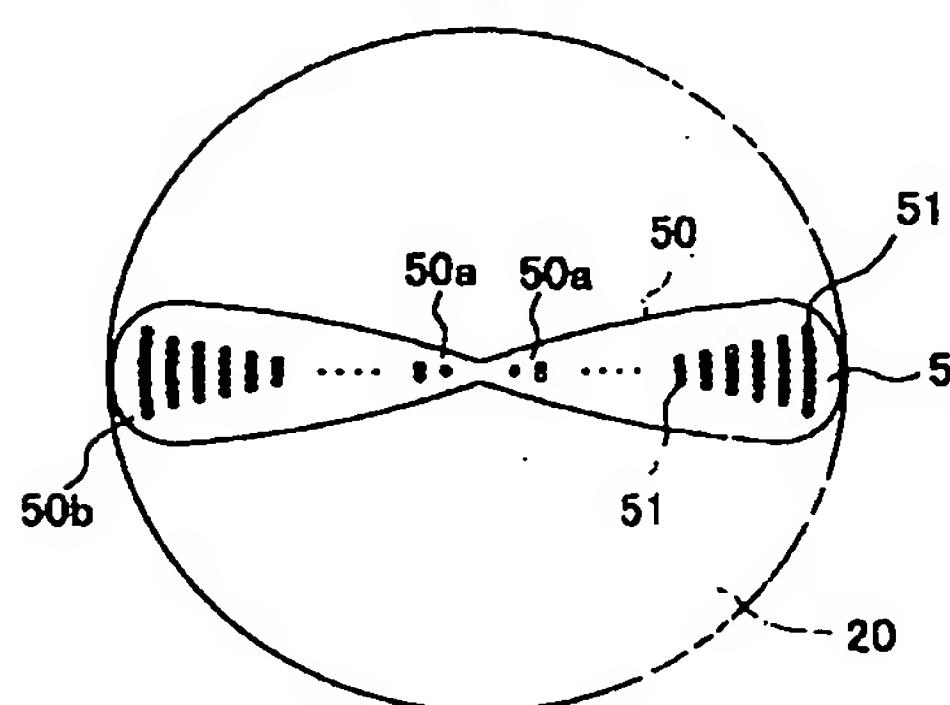
【図4】



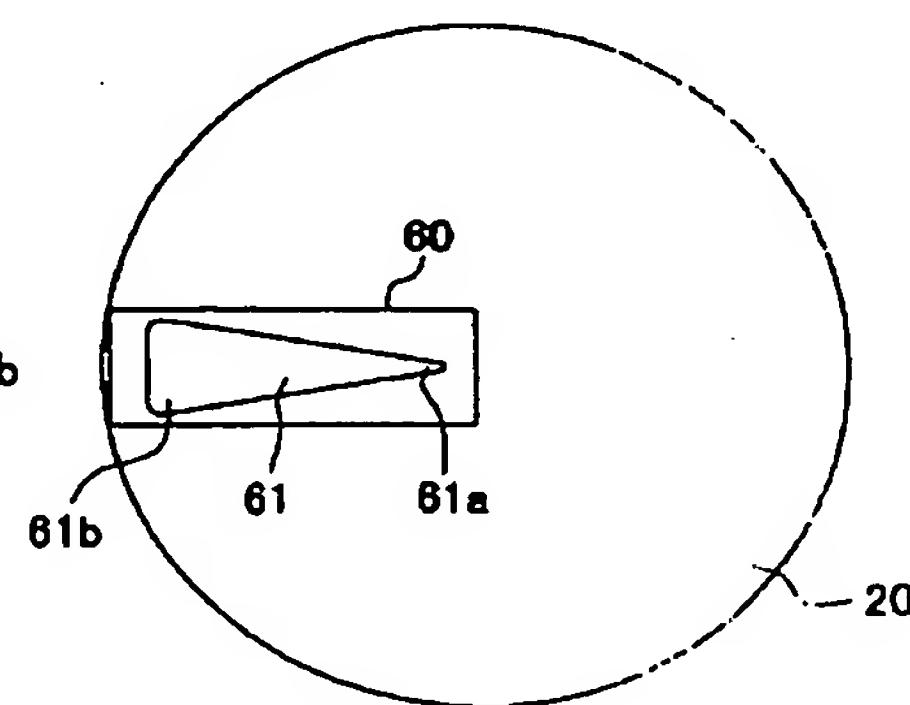
【図9】



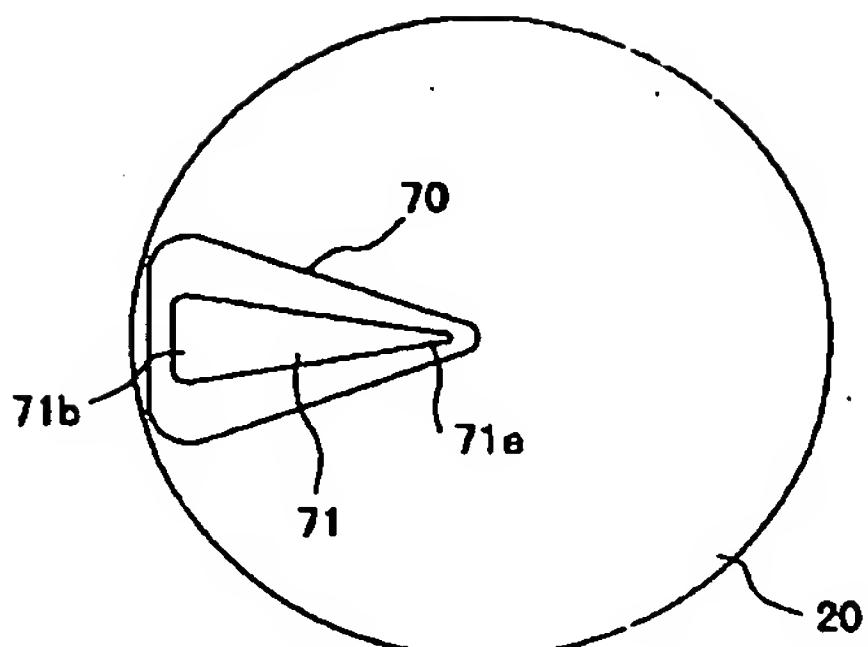
【図5】



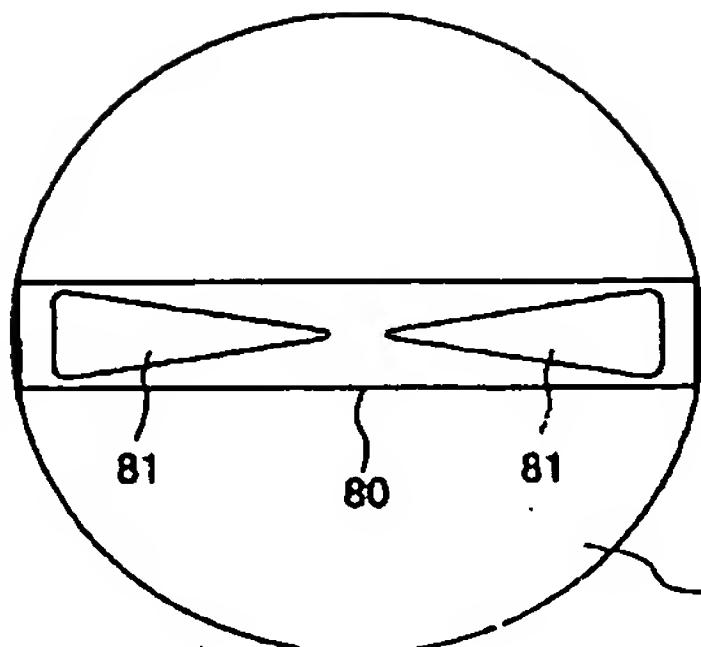
【図6】



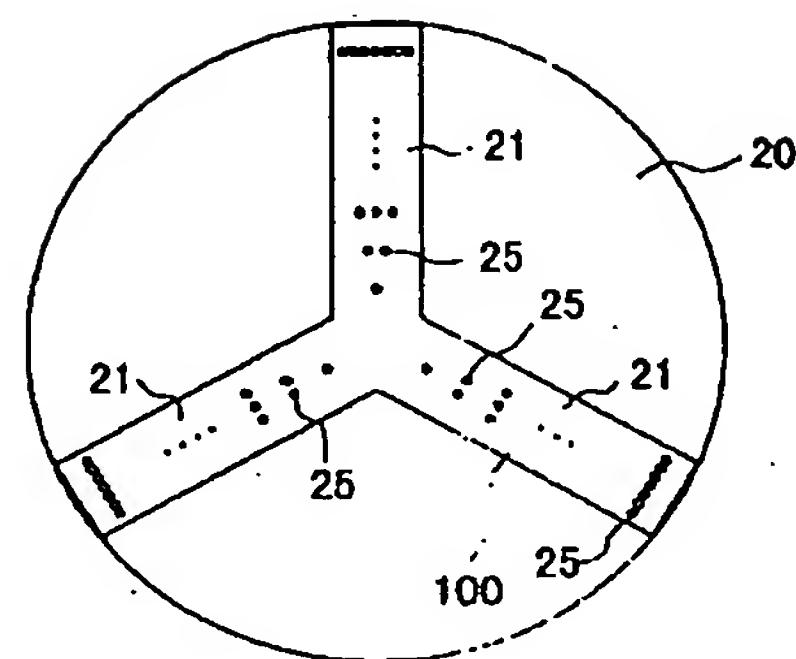
【図7】



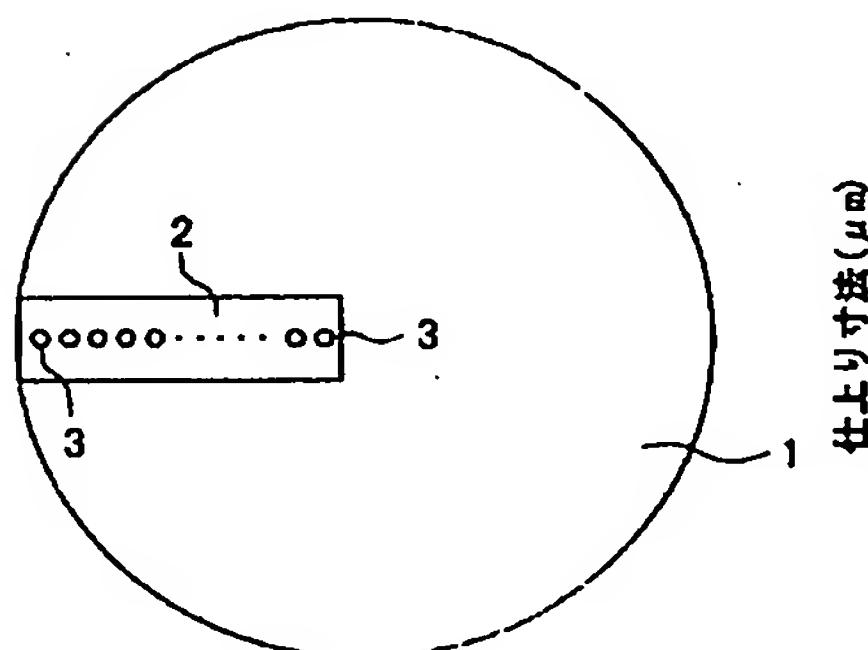
【図8】



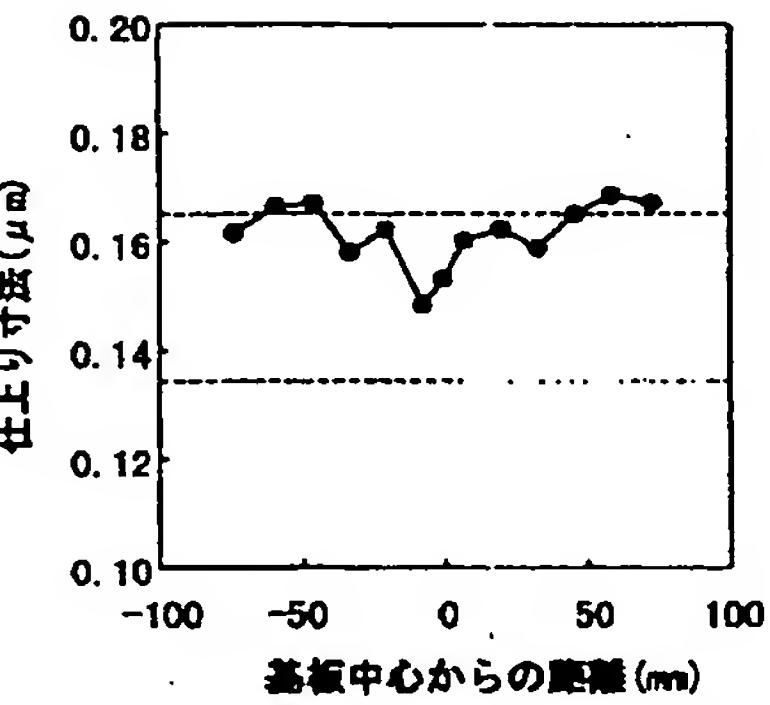
【図10】



【図11】



【図12】



【図13】

